Sonder-Abdruck
aus dem
Zentralblatt f. Herz- u. Gefässkrankheiten
(XVIII. Jahrgang, Heft 19 u. 20, Oktober 1926)
Herausgegeben
von
Professor Dr. ED. STADLER, Plauen i. V.

Aus der II. Medizinischen Klinik der Charité-Berlin.
(Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Krauß.)

DIE ARTERIENWANDSPANNUNG.

Von
WERNER STÖWSAND.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/diearterienwands0000wern

Aus der II. Medizinischen Klinik der Charité-Berlin.
(Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Krauß.)

DIE ARTERIENWANDSPANNUNG.

Von
Werner Stöwsand.

I.

Bei der gewöhnlichen Blutdruckmessung erhalten wir Druckwerte, die sich aus verschiedenen Komponenten zusammensetzen. Diese sind 1. Der Blutinnendruck, 2. Die Wandspannung der Arterie und 3. Die Gewebsspannung der umgebenden Weichteile.

Die Unterscheidung zwischen Blutinnendruck und Wandspannung machte zuerst Waldenburg im Jahre 1880. Er maß den Blutdruck mit der von ihm selbst konstruierten Pulsuhr, einem sehr komplizierten Apparat, dessen Grundprinzip auf das Instrument zurückgeht, welches von Basch benutzte. Eine Druckpelotte wird mit einem Federmanometer verbunden, auf die Arteria radialis aufgesetzt und so stark aufgepreßt, bis distal der Puls nicht mehr zu fühlen ist. Die Druckstärke ist abzulesen. Auf diese Weise mißt man nach Waldenburg's Angabe die „Arterienspannung", die sich zusammensetzt aus 1. dem eigentlichen Blutdruck und 2. der Wandspannung der Arterie. Letztere ist abhängig von der Dicke, Struktur und Elastizität der Gefäßwandung; sie wurde von Waldenburg ebenfalls mit der Pulsuhr gemessen.

Waldenburg's wohl begründete Unterscheidung zwischen eigentlichem Blutinnendruck und Arterienwandspannung geriet sehr bald in Vergessenheit. Dazu trug außer anderen Gründen besonders die Unzulänglichkeit der Bestimmung mit einer Pelotte bei, andererseits die bald zu allgemeiner Verwendung kommende Riva-Rocci'sche Armmanschette mit angeschlossenem Manometer.

Da letztere außer der Arterie auch die Weichteile des Oberarms mit einschließt, entstand die Frage nach dem Einfluß, den die Gewebsspannung dieser die Arterie umgebenden Weichteile auf die Druckergebnisse ausübt. Riva-Rocci, Recklinghausen, Gumprecht und andere konnten in verschiedenartigen Untersuchungen zeigen, daß die Weichteile ohne Einfluß auf das Ergebnis der Blutdruckmessung sind.

II.

Nicht so übereinstimmend wurde das Verhalten der Arterienwand beurteilt. Trotz der wichtigen Befunde Waldenburg's leugnete nämlich Recklinghausen die Bedeutung der Arterienwandspannung für die Ergebnisse der üblichen Blutdruckmessungen. Er wies darauf hin, daß bei Leichen und auch bei frisch getöteten Tieren die Arterien blutleer sind. Auch aus der Beobachtung, daß eine als harter Strang fühlbare Arteria radialis nach Kompression des Oberarms nicht mehr palpabel ist, schloß er, daß die Arterienwand keinerlei offenhaltende Tendenz habe. Endlich führte er noch weitere Gründe für seine Ansicht an, auf die hier im einzelnen nicht eingegangen werden kann.

Recklinghausens Auffassung hat sich nicht bestätigt. Nach ihm ist durch zahlreiche Untersuchungen, besonders von Winternitz-

Werthauer, Francois-Frank, Janeway, de Vries-Reilingh, gezeigt worden, daß die Arterienwand der Kompression einen erheblichen Widerstand entgegensetzt. So können wir heute als Tatsache ansehen, daß die Ergebnisse der üblichen Blutdruckmessung zwei Faktoren einschließen, den Blutinnendruck und die Arterienwandspannung.

Das große Interesse, das man neuerdings der Bedeutung des Muskeltonus beilegte, lenkte die Aufmerksamkeit auch wieder auf die Größe der Arterienwandspannung.

Der mit dem Ausdruck Tonus verbundene Begriff hat in den verschiedenen Zeiten außerordentlich gewechselt; selbst heute wird er noch nicht einheitlich definiert. Das Wort Tonus prägte zuerst Galen. Er verstand darunter dauernde Muskelkontraktionen von so schneller Folge, daß sie einen Ruhezustand vortäuschen. Später sah man im Tonus vorübergehend eine rein nervöse Erscheinung, dann wandte man sich wieder den eigentlichen Vorgängen an der Muskelsubstanz zu. v. Üxküll erblickte das Wesen des Tonus in der Härte des Muskels, Langelaan setzte ihn der Dehnbarkeit gleich, und Gildemeister hielt die Resistenz für das ausschlaggebende Moment. 1915 betonte dann de Boer wieder mehr die nervöse Seite, indem er den Satz aufstellte: Der Tonus ist eine Reaktion auf eine Dauerreizung des Sympathicus. Auch diese Theorie ist nicht unbestritten geblieben.

F. H. Lewy ist der Meinung, daß eine Beziehung zwischen den genannten Begriffen: Tonus, Härte, Resistenz und Dehnbarkeit durchaus besteht. Er sieht das Wesen des Tonus in einer inneren Spannung, letzten Endes kapillare und Oberflächenspannung, die der äußeren Spannung entspricht, und hält die früher gleichgesetzten Begriffe Härte, Dehnbarkeit und Resistenz für untergeordnete. Seine Definition lautet: Muskeltonus ist ein Muskelzustand, in dem ein Muskel ohne Veränderung seiner Länge, ohne Energieverbrauch und ohne einen Aktionsstrom zu zeigen, einem Gewicht, einem äußeren Druck oder Zug das Gleichgewicht halten kann. Auch Höber sieht das Wesentliche in dem Fehlen eines Energieumsatzes und scheidet so den Tonus von dem Tetanus. Für viele Überlegungen genügt die kurze Definition: Tonus ist der Spannungszustand des Muskels in der Ruhe.

Erwähnt sei hier noch die Theorie der „Sperrung", die v. Üxküll aufstellte. Nach ihm haben die Muskeln nicht nur die Fähigkeit, sich zu verkürzen und zu verlängern, sondern auch sich in jeder beliebigen Länge „innerlich fest zu machen" (Grützner). Diese Fähigkeit ist die Sperrung. Nur vom Grade dieser Sperrung ist die Härte und damit auch die Dehnungsfähigkeit des Muskels abhängig, die sonst in Verlängerung und Verkürzung gleich groß sein kann.

Im glatten Muskel muß nach P. Schultz ein Substanztonus von einem neurogenen Tonus unterschieden werden; hier liegen die Verhältnisse bedeutend klarer als bei der quergestreiften Muskulatur. Das Wesen des Substanztonus liegt darin, daß ein gewisses Gewicht die Muskelfaser belasten kann, ohne daß sie gedehnt wird und daß sie Energie umsetzt. Der Sinn ist also eine Arbeitsersparnis. Überhaupt besitzt der Substanztonus die Eigentümlichkeit, bei keiner Dauerkontraktion Energie umzusetzen (Bethe, Parnas, O. Frank).

Außerdem tritt bei seinen Schwankungen keine Volumänderung auf (Noyons).

Zu diesem Substanztonus kommt nun der neurogene Tonus, der vom Sympathicus ausgelöst wird. Sein Vorhandensein wird auf die bekannte Weise festgestellt. Man durchschneidet den zu einem Gefäßrohr führenden sympathischen Nerven, worauf das Blutgefäß sich erweitert.

Nach der in der Literatur niedergelegten Anschauung ist nun die Höhe des Kompressionswiderstandes der Arterienwandmuskulatur abhängig von der Stärke der sympathischen Erregung. Starke Innervation, die zu Verengerung der Arterie und damit zu Verdickung der Wand führt, ruft hohen, dagegen schwache Innervation geringen Widerstand hervor.

III.

Bei der Messung der Arterienwandspannung erhielt Waldenburg folgende Resultate:

1. Gesunde.

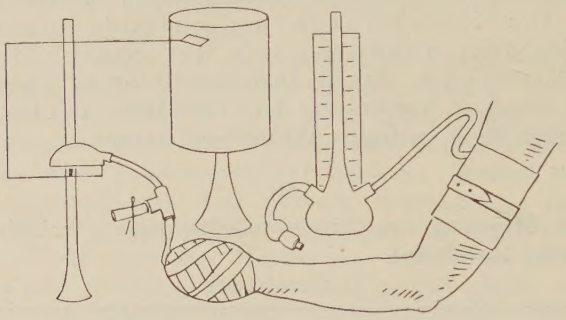
Nr.	Arterienspannung Grm.	Arterienwandspannung Grm.
1	336	227
2	423	253
3	442	307
4	208	67
5	245	133
6	284	201
7	155	90

2. Kranke.

	Arterienspannung Grm.	Arterienwandspannung Grm.
Asthma bronchiale	132	86
Bronchitis chronica	161	78
Phtisis pulmonum	178	82
„	147	72
„	167	69
„	229	114
„	99	7
„	107	42

Wie die Tabelle zeigt, findet Waldenburg Werte für die Wandspannung, die großenteils über die Hälfte der Gesamtarterienspannung, also des maximalen Blutdrucks, ausmachen. Das sind aber, wie alle neueren Untersuchungen zeigen, unmögliche Zahlen. Dieser Befund und ferner die Tatsache, daß die Waldenburg'schen Ergebnisse zwischen 7 und 307 schwanken, müssen doch Zweifel in die Genauigkeit der Waldenburg'schen Methode aufkommen lassen. Nach Waldenburg hat erst wieder de Vries-Reilingh im Jahre 1918 eingehendere Messungen der Arterienwandspannung am Menschen veröffentlicht. Er benutzte zu seinen Bestimmungen nachfolgend beschriebene Apparatur (Fig. A), die auch ich für meine Messungen verwendete.

Der eine Teil dieses Apparates ist der Wiersma'sche Plethysmograph. Ein Gummiball wird in die Hand genommen und diese mit einer Binde fest umwickelt. Den Ball verbindet ein Schlauch mit einer Marey'schen Kapsel, deren Zeiger einen Schreibhebel in Bewegung setzt. Dieser führt an ein Kymographion. Am Oberarm wird ein gewöhnlicher Riva-Rocci befestigt.



Figur A.

Wird das Kymographion in Umlauf gesetzt, so verzeichnet der Schreibhebel ein einfaches Sphygmogramm. Pumpt man dann die Manschette des Riva-Rocci auf, und zwar über den maximalen Blutdruck hinaus, so geht das Sphygmogramm in eine gerade Linie über, da der Blutzufluß in die Hand unterbunden ist. Läßt man jetzt den Druck in der Manschette etwas unter den maximalen Blutdruck sinken, so entstehen statt der geraden Linie kleine Pulsationen, da wieder Blut in Vorderarm und Hand hineingelangt. Zugleich aber steigt die Kurve.

Wie ist diese Erscheinung zu erklären? Die Arterien lassen jetzt zwar Blut in die Hand hinein, die weichwandigen Venen sind jedoch noch fest komprimiert. Es entsteht also eine Stauung, wodurch das Volumen der Hand größer wird. Da sie sich aber der festen Binde wegen nicht nach außen hin ausdehnen kann, muß sie es nach innen tun. Der Gummiball wird daher eingedrückt, damit die Marey'sche Kapsel ausgebuchtet und auf diese Weise steigt die Kurve an.

Nach einer Weile verläuft letztere auf einem höheren Niveau wieder geradeaus. Das besagt, daß in den Venen jetzt ein ebenso großer Druck herrscht wie in den Arterien des Vorderarms, so daß nun kein Blut mehr in die Venen hineingepreßt werden kann; das Volumen der Hand bleibt also konstant.

Läßt man den Druck in der Manschette wieder etwas sinken, so erfolgt ein abermaliger Anstieg der Linie, bis sie bald wieder geradeaus verläuft. Dieser Vorgang wiederholt sich mehrere Male, bis die Kurve unter mehr oder minder großen Zacken den horizontalen Verlauf beibehält. Jetzt müssen wir annehmen, daß der Blutdruck distal und proximal der Manschette gleich ist, da kein Blut mehr in den Arm hineingepreßt werden kann.

Bei einer erneuten Verminderung des Druckes fällt die Kurve plötzlich steil ab. Es muß also Blut den Arm verlassen haben. Demnach ist der Druck in der Manschette geringer geworden, als der

in den Venen. Nun war am Ende jedes Anstiegs der Kurve der Druck in den Venen gleich dem in den Arterien distal der Manschette. Da aber, wie wir gesehen hatten, der Druck in den Arterien distal und proximal der Manschette sich ausgeglichen hatte, ist der Druck in den Venen auch gleich dem Druck in den Arterien proximal der Manschette geworden, also gleich dem eigentlichen Blutinnendruck. Und da die nachgiebige Venenwandung der Kompression praktisch keinen Widerstand entgegensetzt, zeigt uns der Quecksilberstand, bei dem die Kurve fiel, den Wert für den eigentlichen Blutinnendruck an, das heißt, dieser liegt genau genommen ein klein wenig höher.

Wenn man den gefundenen Wert für den Blutinnendruck von dem mit dem Riva-Rocci ermittelten maximalen Blutdruck abzieht, muß die Differenz die Größe der Arterienwandspannung angeben.

Eine wesentliche Fehlermöglichkeit in seinem Verfahren sah de Vries-Reilingh in der blutdruckerhöhenden Wirkung der Blutdruckmessung. Die Stauung am Arm erhöht den Blutdruck, wie eindeutig aus der Tatsache hervorgeht, daß bei unmittelbar aufeinander folgenden Blutdruckmessungen am gleichen Patienten die Werte dauernd steigen. Um hierdurch keine täuschenden Resultate zu erhalten, versuchte de Vries-Reilingh folgende vier Verfahren:

1. Er verwertete nur die Ergebnisse, die bei vielen Bestimmungen am gleichen Patienten auch an verschiedenen Tagen immer gleichlautend waren. Hierbei war im Mittel A. W. (Arterienwandspannung) = 17 mm Hg.

2. Er maß so oft hintereinander, bis keine höheren Ergebnisse mehr auftraten. Dann ergab sich durchschnittlich A. W. = 18.

3. Er benutzte nur die Ergebnisse, die bei einer unmittelbar folgenden Messung nicht verändert waren. Hierbei ergab sich A.W. = 19.

4. Um die Stauung möglichst auszuschalten, legte er die Manschette um den Unterarm. Dann war A. W. = 19.

Seine Werte für Gesunde schwanken zwischen 13 und 25 mm Hg, die höheren kamen jedoch sehr selten vor.

Mit derselben Methode angestellte Untersuchungen veröffentlichte A. Müller (Petersburg) Frühjahr 1925 (erschienen im Dtsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 146). Er maß im ganzen 50 Personen. Für Gesunde erhielt er A. W. = 7 — 15 mm Hg. Seine Ergebnisse lassen sich also mit denen de Vries-Reilinghs nicht absolut vergleichen, da die Werte für die normale Arterienwandspannung bei ihnen verschieden sind.

Die pathologischen Befunde de Vries-Reilinghs sind folgende:

A. W.	Unternormal	Niedrig	Hoch	Übernormal
Lungentuberkulose . .	8—12	—	—	—
Polycythämie	8	—	—	—
Aorteninsuffizienz . .	—	—	25	—
Arteriosklerose . . .	—	13	—	—
Akute Nephritis . . .	—	—	—	25—29
Nephrose	—	—	—	25 u. mehr
Glomerulonephritis .	—	—	—	48

Es folgen die wichtigsten pathologischen Befunde Müllers:

A. W.	Unternormal	Niedrig	Hoch	Übernormal
Arteriosklerose . . .	—	7	15	—
Genuine Hypertonie .	—	—	—	12—42
Nephritiden	—	—	—	15—35

Besonders auffallend sind bei beiden die niedrigen Werte für A. W. bei Arteriosklerose, bei der sich die Gefäßwand doch ausgesprochen hart anfühlt. de Vries-Reilingh erklärt den eigenartigen Befund folgendermaßen: Die arteriosklerotisch veränderte Gefäßwand besteht zwar aus einzelnen harten Partien, dazwischen ist aber das elastische Gewebe entartet, so daß die verkalkten Stellen leicht gegen einander verschieblich sind. Das Lumen der Arterie läßt sich also leicht komprimieren, trotzdem bleibt die Arterie hart palpabel.

Die gleichen Befunde bei Arteriosklerose erhob übrigens auch Janeway, dessen Werte zwischen 9 und 12 mm Hg lagen.

IV.

Bevor ich zu meinen eigenen Ergebnissen komme, sei erst die Technik der Messung kurz beschrieben.

Man wickelt die Hand, die den Gummiball hält, mit einer Binde fest ein. Dann legt man die Manschette des Riva-Rocci um den Oberarm. Inzwischen erwärmt die Hand die Luft im Gummiball, die Mareysche Kapsel wird vorgewölbt und der Zeiger steigt. Diesen Überdruck beseitigt man durch Öffnen eines Ventils, das sich zwischen Gummiball und Mareyscher Kapsel befindet. Darauf mißt man auskultatorisch den maximalen Blutdruck mit dem Riva-Rocci, um zu erfahren, wie stark bei der eigentlichen Messung die Manschette aufgepumpt werden muß. Anschließend wartet man kurze Zeit, damit sich im Arm wieder der normale Kreislauf einstellt und geht dann zur Messung des A. W. über.

Man pumpt die Manschette schnell über den maximalen Blutdruck auf und läßt nun das Quecksilber langsam sinken. Dabei verzeichnet der Schreibhebel eine gerade Linie. Im gleichen Augenblick, wo man den maximalen Blutdruck auch nur eine Spur unterschritten hat, fängt die Kurve mit kleinen Zacken deutlich an zu steigen. Man hält das Quecksilber am besten einige Millimeter unter dem M. Bd. fest und wartet nun, bis die Kurve wieder geradeaus verläuft; hierbei weist sie zunächst noch keine Zacken auf. Dann läßt man das Quecksilber wieder einige mm fallen und wartet, bis die aufs neue steigende Kurve wiederum horizontal verläuft. Man kann das Quecksilber zuerst immer 2 bis 3 mm sinken lassen, später, wenn die Kurve kaum noch steigt, geht man langsam mm für mm herunter. Gegen Ende der Messung bleibt die Kurve horizontal, die Pulsschläge werden immer größer. Beides zeigt den nahenden Abfall an. Dieser tritt meistens sehr schroff ein und ist daher nicht zu verkennen.

In allen meinen Messungen zeigte sich, daß der Anstieg der Kurve immer sofort beim Unterschreiten des M. Bd. erfolgt; man braucht deswegen nach einiger Übung den M. Bd. nicht vorher zu messen, sondern liest ihn einfach im Augenblick des Ansteigens der Kurve von der Skala des Riva-Rocci ab. Im übrigen bestätigt dieser Befund die große Genauigkeit der auskultatorischen Methode der Blutdruckmessung.

Auf Veranlassung des Herrn Privatdozenten Dr. Arnoldi habe ich statt des Kymographions auch eine einfache Skala benutzt. Der Abfall des Schreibhebels ist hierbei noch auffälliger als an der Kurve. Allerdings ist der Anstieg in manchen Fällen nicht so klar zu erkennen, hier kann aber der mit dem Riva-Rocci gefundene Wert für den M. Bd. einspringen. Die Messung mit der Skala ist sehr viel einfacher und leichter und auch für den praktischen Arzt brauchbar.

Auf einige wichtige Fehlermöglichkeiten und Abweichungen von der normalen Messung, die sich im Verlaufe meiner Untersuchungen herausstellten, sei kurz eingegangen.

Die Mareysche Kapsel muß in einem bestimmten Volumverhältnis zum Gummiball stehen, das von Fall zu Fall auszuprobieren ist; bei einer zu kleinen Kapsel reicht deren Ausdehnungsfähigkeit nicht aus, bei einer zu großen wird der Ausschlag der Kurve so klein, daß ein genaues Ablesen unmöglich ist.

Der Gummiball muß sehr dünnwandig sein, um der kleinsten Volumänderung der Hand folgen zu können. Ich benutzte für diese Zwecke einen sogenannten Photographenball.

Der Zeiger der Mareyschen Kapsel muß seine Bewegungen auf einen Schreibhebel übertragen, da er selber keine genügenden Ausschläge macht. Der Schreibhebel muß ausreichende Rotationsfähigkeit haben, die gerade bei ihm leicht überschritten wird.

Bevor die Messung beginnt, ist darauf zu achten, daß die Erwärmung der Luft in dem Gummiball wenigstens einigermaßen abgeschlossen ist; die Temperatur in diesem Schlauchsystem schwankt trotzdem durch dauernde Abkühlung und Wiedererwärmung, so daß die sonst horizontal verlaufende Linie bisweilen leicht ansteigt oder auch absinkt. Indessen wird hierdurch das Erkennen des eigentlichen Anstiegs wenig erschwert, da dieser stets unter deutlichen Zacken und auch steiler erfolgt.

Störend sind Bewegungen der Hand, die der Patient unbewußt oder als Reaktion auf unangenehme Empfindungen macht. Bei einiger Übung sind sie durch ihre Heftigkeit und Größe an der Kurve zu erkennen. Auch Atembewegungen zeichnen sich bisweilen als wellige Erhebungen an der Kurve ab, können sie dann allerdings auch unbrauchbar machen.

Ganz falsche Resultate erhält man, wenn man das Quecksilber zu schnell sinken läßt. Hierzu verführt besonders ein Mangel an den Riva-Rocci'schen Apparaten: Die eingepumpte Luft entweicht nämlich langsam durch das Saugventil des Blaseballons und auch durch andere Undichtigkeiten. Stetes Nachpumpen ist daher erforderlich, und es verlangt einige Übung, um einen bestimmten Quecksilberstand dauernd zu erhalten.

Endlich erfolgt auf den ersten Anstieg bisweilen wieder ein Abfall der Kurve; bei einer Hypertonie sank sie sogar bis unter das Anfangsniveau. Man kann diesen Befund vielleicht folgendermaßen erklären: Das plötzlich in den Unterarm und in die Hand stürzende Blut wird von letzterer sofort in die weiten Venen des Vorderarms weitergepreßt, so daß auf eine Volumvergrößerung der Hand eine Volumverminderung folgt. Das Endergebnis wird dadurch nicht beeinflußt.

Die Höhe der Kurve ist bei den einzelnen Personen sehr verschieden. Sie ist meistens beträchtlich, wenn der Arm sehr enge Venen hat, die bei der Stauung wenig anschwellen, und hängt im allgemeinen von der Größe des Blutinnendruckes ab. Die engen Venen des Vorderarms verhindern anscheinend, daß die Hand viel Blut in sie hinein entleert, wodurch die Hand selbst sehr bluthaltig wird und damit ein besonders großes Volumen erreicht.

Auffallend ist die außerordentlich verschiedene Länge der Kurven. Manche sind sechs und mehr mal so lang als andere. Gewöhnlich hängt die Länge von A. W. ab. Niedriger A. W. ergibt kurze, hoher A. W. lange Kurven. Es ist leicht vorstellbar, daß bei Arterien mit geringen Volumen der Flüssigkeitsausgleich nur langsam vor sich gehen kann.

Die meisten Kurven reagieren bis unmittelbar vor dem Sinken auf jedes Heruntergehen des Quecksilberstandes mit erneutem Anstieg. Manche erreichen aber schnell ihre maximale Höhe, auf der sie dann bis zum Abfall annähernd ausharren.

Zum Schluß noch ein paar Worte über die Beschwerden, welche die Messung dem Patienten verursacht. Meistens wird gar nichts geäußert, manchmal über ein Gefühl des Prickelns geklagt, das offenbar durch die langdauernde Quetschung der Nerven hervorgerufen wird. Solche Patienten jedoch, die sehr weiche und daher stark anschwellende Venen besitzen, äußern sehr lebhaft Schmerzen. Da ich auch sehr schlaffe Venen habe, maß ich mich zur Kontrolle selber und stellte dabei fest, daß der Schmerz zwar ziemlich erheblich,

immerhin aber ertragbar ist. Ein Mann mit perniciöser Anämie wurde allerdings einmal bei der Messung ohnmächtig. Bei der Anwendung des Verfahrens muß man also immerhin etwas Vorsicht walten lassen.

Gemessen wurden ungefähr 50 Personen; ich nahm über 100 Kurven auf und stellte außerdem eine ganze Anzahl Untersuchungen mit der Skala an.

Die Vorsicht, mit der de Vries-Reilingh arbeitete, veranlaßte mich, auf die blutdruckerhöhende Wirkung der Blutdruckmessung besonders zu achten. Ich nahm bei einigen Patienten eine zweite Messung von A. W., unmittelbar nach der ersten vor und erhielt in der Tat hierbei höhere Werte für den Blutdruck und A. W. Es folgen einige Beispiele:

	Blutdruck		A. W.	
	1. Messung	2. Messung	1. Messung	2. Messung
1.	122	125	34	35
2.	118	120	12	14
3.	120	122	15	18

Dann ging ich so vor, daß ich zwischen die erste und zweite Messung eine Pause von etwa 3—5 Minuten einschob. Hierbei habe ich fast nie eine Erhöhung von Blutdruck oder A. W. erhalten. Eine weitere Tabelle enthält die auf diese Weise vorgenommenen Messungen:

	Blutdruck		A. W.	
	1. Messung	2. Messung	1. Messung	2. Messung
1.	110	110	15	15
2.	130	130	48	— 42 ? (48)
3. (=2)	130	130	48	48
4.	105	105	15	15
5.	92	92	14	14
6.	117	— 110	29	— 25
7.	110	110	20	20
8.	115	115	27	27
9.	108	+ 110	13	— 12
10.	130	— 128	32	+ 36
11.	95	95	25	25
12.	128	— 125	33	— 30
13.	90	90	15	15
14.	108	108	46	46
15.	105	105	40	— 38
16.	130	130	12	12
17.	140	140	20	20
18.	107	107	12	12
19.	124	124	16	16
20.	115	115	15	15
21.	98	98	12	12
22.	138	138	14	14
23.	112	112	10	10

Von 23 Messungen weist also nur eine beim zweiten Male einen erhöhten Blutdruck auf (9.). Dreimal, und zwar beim gleichen Patienten, war er niedriger (6., 10., 12.). Daraus geht zweierlei hervor: 1. Die blutdruckerhöhende Wirkung einer ersten Messung kann durch einige Minuten Warten vermieden werden. 2. Eine einmalige Messung genügt vollkommen.

Im übrigen zeigt die letzte Tabelle auch, daß Blutdruckänderung und Änderung von A. W. nicht gleichsinnig sein müssen. Bei 9. ist Blutdruckerhöhung mit erniedrigten A. W. verknüpft, bei 10. geringerer Blutdruck mit erhöhtem A. W.

Auch mehr als zwei Messungen hintereinander habe ich vorgenommen und jedesmal dazwischen die kleine Pause inne gehalten. Die Werte erhöhten sich auch hierbei nicht. Zuletzt ließ sich allerdings keine Kurve mehr aufnehmen; sie wurde außerordentlich unregelmäßig, teils durch das Zittern der Hand, vielleicht auch durch fortwährende Tonusschwankungeu an den Gefäßen infolge der fortgesetzten Reizung.

Als normale Werte für gesunde Erwachsene, und zwar Männer wie Frauen, fand ich 12 — 20 mm Hg, und zwar ist als Durchschnittszahl für beide Geschlechter 15 mm Hg anzusehen; 15 mm Hg war überhaupt das häufigste Ergebnis. Ermittelt wurden diese Zahlen durch 16 Personen, und zwar 11 ganz Gesunde, 3 fortgeschrittene Rekonvaleszenten und 2 Patienten, deren Krankheit keinen sichtlichen Einfluß auf A. W. hatte.

Es folgen die Werte der Gesunden:

	Männer			Frauen	
	M. Bd.	A. W.		M. Bd.	A. W.
1.	115	15	1.	110	15
2.	120	15	2.	108	17
3.	140	20	3.	113	15
4.	110	15			
5.	107	12			
6.	124	16			
7.	115	15			
8.	108	14			

Wir kommen jetzt zu den Werten der Rekonvaleszenten:

	Männer	
	M. Bd.	A. W.
1. Grippe	110	20
2. Pneumonie . .	110	15
3. Icterus cath. .	90	15
4. Pern. Anämie .	115	13
	Frauen	
Hirnlues . . .	105	15

Von 16 Personen weisen 9 den Wert von 15 mm Hg auf. Immer liegt A. W. zwischen 12 und 20, auch bei sehr hohem und sehr niedrigem Blutdruck. Ebenso liegen die Werte bei Krankheiten, die auf den Tonus augenscheinlich keinen Einfluß ausüben.

Um zu sehen, ob bei Gesunden die Höhe des Blutdrucks mit der Höhe von A. W. proportional geht, ordnete ich die Gesunden nach der Höhe ihres Blutdrucks untereinander.

	M. Bd.	A. W.
1.	140	20
2.	124	16
3.	120	15
4.	115	15
5.	115	15
6.	113	15
7.	110	15
8.	110	15
9.	108	17
10.	108	14
11.	107	12

Diese Zusammenstellung zeigt, daß die Arterienwandspannung mit steigendem Blutdruck zunimmt.

Auffällig ist, daß die Werte von A. W., die in Gent, Berlin, Petersburg gefunden wurden, von Westen nach Osten abnehmen: de Vries-Reilingh 13—25, hier 12—20 und Müller 7—15. Der Apparat kann die Ursache der Differenz nicht sein. Selbst wenn der Riva-Rocci anders geeicht ist, muß das Endergebnis doch das Gleiche sein.

Wir gehen jetzt zu einer Reihe pathologischer Fälle über:

	M. Bd.	A. W.	Bemerkungen
Paralysis agitans	100	17	relativ hoch
Mitralinsuffizenz	110	20	
Mitralinsuffizenz	110	20	
Myodegeneratio	142	22	
Neurasthenie	100	12	
Streptokokkensepsis . .	120	12	Gefäßwandschädigung durch Toxine?

Der minimale Blutdruck ist stets mitgemessen worden, zwischen ihm und A. W. wurde keine Beziehung gefunden.

Interessant erwies sich die Messung einiger Mitralstenosen. Zunächst die Werte:

	Bd.	A. W.
1.	117 : 65	9
2.	100 : 62	8
3.	85 : 60	40

Das Zusammentreffen der beiden unternormalen Werte 9 und 8 mit dem viel zu hohen von 40 ist gewiß eigenartig. Vielleicht ist die Erklärung folgende: Die ersten beiden Patienten waren vollblütige Personen, deren Herzarbeit ausreichte, um die normale Blutmenge in die Arterien zu werfen; damit der sowieso hypertrophische Herzmuskel aber möglichst entlastet wird, muß das Blut möglichst geringen Widerstand vorfinden. Daher die niedrigen Werte für A.W. Der dritte Patient war jedoch außergewöhnlich blutarm; das Abschnüren einer Extremität empfand er als äußerst angenehmes Gefühl in den übrigen,

so daß er mich sogar öfters um Wiederholung der Messung bat. Käme dieses wenige Blut nun in ein weiteres Gefäßsystem, so müßte das Herz sich leerpumpen. Daher kontrahieren sich die Gefäße und ergeben so den hohen Wert für A.W.

Besonders bei Störungen des vegetativen Nervensystems fanden sich zahlreiche Abweichungen des A.W. von der Norm. Ich gebe zunächst die hierbei gefundenen erhöhten Werte an:

	M. Bd.	A. W.
1. Migräne	98	26
2. Migräne	103	30
3. Asthma bronchiale . . .	110	32
4. Asthma bronchiale . . .	130	48
5. Genuine Hypertonie . .	130	48
6. Genuine Hypertonie . .	205	50
7. Epilepsie	128	25—35

Die Migräne beruht auf Kontraktion von Hirngefäßen. Da auch an der Brachialis Tonuserhöhung gefunden wird, liegt vielleicht allgemeine Übererregbarkeit des Sympathicus vor. Beim Asthma bronchiale unterscheidet man nach Münster eine sympathikotonische und eine vagotonische Form. Obige Fälle würden der sympathikotonischen Form angehören. Bei der genuinen Hypertonie ist der erhöhte Wert für A.W. schon von A. Müller gefunden worden. Die Tonuserhöhung bei der Epilepsie hat keinen erkennbaren Grund.

Da man auch das Ulcus pepticum durch vegetavive Störungen in Gestalt von Gefäßspasmen erklärt, maß ich verschiedene Ulcuskranke. A.W. wurde stets normal gefunden:

	Bd.	A. W.
1. Ulcus duodeni . .	100	15
2. Ulcus duodeni . .	95	15
3. Ulcus duodeni . .	108	13
4. Ulcus ventriculi . .	98	12

Es handelt sich in den letzten Fällen um Patienten, die längere Zeit zu Bett gelegen hatten. Es zeigt sich, daß dem niedrig gewordenen Blutdruck A.W. nicht gefolgt ist.

Es folgen jetzt die Zahlen für die Spasmophilie:

	Bd.	A. W.
1.	100	15
2.	92	14
3.	107	12
4.	112	10
5.	143	15
6.	138	14

Die ersten der drei Patienten zeigen normale Werte. Das war überraschend, da die Radialis dieser Personen als außerordentlich gespannt bezeichnet worden war. Die Palpation der Spannung einer Arterie ist daher wohl mit Zurückhaltung zu beurteilen. Die übrigen drei Personen, bei denen die Spasmophilie ganz besonders ausgeprägt war, weisen aber eine gewisse Hypotonie auf, die aus Vergleich mit den normalen Werten und dem normalen Verhalten von A.W. zum Blutdruck deutlich hervorgeht. Vielleicht erklären sich manche vagotonischen Symptome bei der Spasmophilie durch Hypofunktion des Sympathicus.

Es folgen jetzt zwei Fälle mit stark erhöhtem A.W., bei denen eine bestimmte klinische Diagnose nicht gestellt wurde.

	Bd.	A. W.
1. Cholelithiasisverdacht . .	105	40
2. Bradycardie, Subicterus .	105	43

Beide Fälle zeigen, daß auch bei normalem Blutdruck A.W. hoch liegen kann, woraus sich ein zu niedriger Blutinnendruck ergibt.

Schließlich seien auch einige, wenn auch spärliche, therapeutische Beobachtungen angefügt. Bei einem spasmophilen Patienten sanken nach einer Magnesiuminjektion Blutdruck und A.W. Eingehender beobachtete ich einen Patienten W., der wegen epileptischer Anfälle in die Klinik kam, und dessen erhöhten A.W. man dauernd zu beeinflussen suchte. Der sonst gesunde Patient zeigte ein außerordentliches Schwanken von A.W. und Blutdruck. Es folgt zunächst eine Tabelle der Ergebnisse:

Dat.				M. Bd.	A. W.
17. 9.	Luminal	Traubenzuckerinjektion 2tägig 20% 10 ccm		117	29
				110	25
18. 9.	„	„		113	21
19. 9.	„	„		115	27
				115	27
22. 9.	„	„		130	32
				128	36
				128	36
23. 9.	„	„	Euphyllin	120	17
24. 9.	„	„	Paratotal	122	34
				125	35
25. 9.	„	„	„	128	33
				128	30
28. 9.	„	„	„	118	30
6. 10.	„		„	130	12
7. 10.	„		„	130	12

Der Patient bekam dauernd Luminal gegen seine epileptischen Anfälle. Die Traubenzuckerinjektionen beeinflußten Blutdruck und A.W. nicht. Nach einer einmaligen Gabe von Euphyllin als

Zäpfchen ging A.W. vorübergehend stark zurück. Nach 12tägiger Verabreichung von Paratotal sank die Spannung auf sehr niedrige Werte, während der Blutdruck relativ hoch blieb, wie ich es bei Spasmophilen gefunden habe. A.W. war auch noch am nächsten Tage niedrig; dann verließ der Patient leider die Klinik.

Zusammenfassung.

Bei der gewöhnlichen Blutdruckmessung erhält man Werte, die aus der Summe von Blutinnendruck und Wandwiderstand bestehen; die Weichteile des Arms üben keinen Einfluß auf die Messung aus.

Die Höhe des Arterienwiderstandes hängt vom Tonus der glatten Muskulatur ab.

Die ersten Messungen von A.W. unternahm Waldenburg.

De Vries-Reilingh erhielt als Durchschnittswert 19 mm Hg. Gesunde zwischen 13 und 25 schwankend. Nephritiden und Aorteninsuffizienz wiesen hohe Werte auf, bis 48 mm Hg, Tuberkulose zeigt unternormale Werte, sehr niedrig ist A.W. auch bei Arteriosklerose.

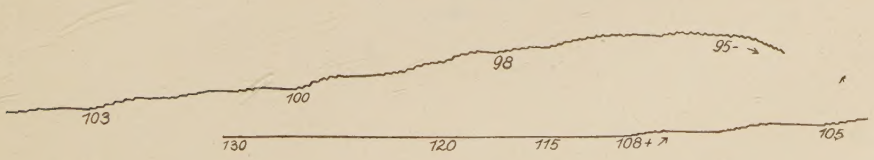
A. Müller, Petersburg, maß bei Gesunden 7—15 mm Hg; Nephritiden und genuine Hypertonie ergaben erhöhte Werte, bis 42 mm Hg. Auch er fand niedrigere Werte bei Arteriosklerose.

In eigenen Messungen war der Durchschnittswert für Gesunde 15 mm, schwankend zwischen 12 und 20 mm Hg. Die blutdruckerhöhende Wirkung einer zweiten Messung kann durch kurzes Warten vermieden werden. Im allgemeinen ist A.W. dem Blutdruck proportional. Mitralstenosen wiesen unternormale und einen stark erhöhten Wert auf. Die vegetativen Störungen gaben teils erhöhte Werte: Migräne, Asthma, bronchiale, genuine Hypertonie, Epilepsie; teils normale Werte: Ulcus ventriculi; teils verhältnismäßig und absolut unternormale Werte: Spasmophilie. Bei längerem Liegen geht zwar der Blutdruck, nicht aber A.W. auf niedrigere Werte herunter. Traubenzuckerinjektionen bei Epilepsie hatten keinen Einfluß auf die Wandspannung, Euphyllin, Paratotal und Magnesiuminjektion erniedrigen sie.

Die Methode de Vries-Reilingh läßt sich nach Dr. Arnoldi vereinfachen, indem man das Kymographion durch eine Skala ersetzt.

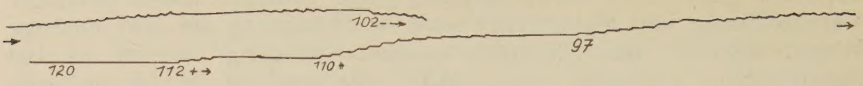
Beispiele einiger typischer Kurven:

(auf 1/8 verkleinert)



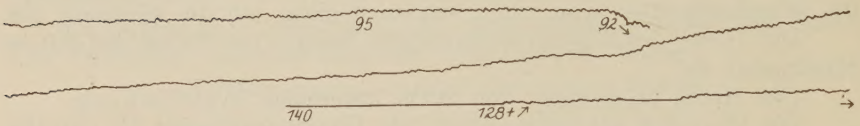
Figur 1.

Ma. Bd.: 108
Mi. Bd.: 60
Anstieg: 108
Abfall: 95
A.W. = 13



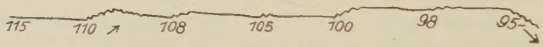
Figur 2.

Ma. B.: 112
Anstieg: 112
Abfall: 102
A. W. = 10



Figur 3.

Bd.: 128 : 87
Anstieg: 128
Abfall: 92
A. W. = 36



Figur 4.

Bd. 110 : 60
Anstieg: 110
Abfall: 95
A. W. = 15

Buchdruckerei Andreas & Scheumann, Dresden-A. 19.

Lebenslauf

Ich, Werner Stöwsand, Sohn des Bankrats Wilhelm Stöwsand, bin am 18. Januar 1903 in Straßburg i. Elsaß geboren. Ich besuchte die Vorschulklassen des Helmholtz-Gymnasiums zu Berlin-Schöneberg, dann von Sexta bis Obertertia das Städtische Real-gymnasium in Dortmund, von Obertertia bis zur Oberprima das Hohenzollern-Gymnasium in Berlin-Schöneberg, wo ich im Frühjahr 1921 das Abiturientenexamen bestand. Im Sommersemester 1921 wurde ich an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin immatrikuliert und wandte mich hier dem Studium der Medizin zu. Ich hörte die Vorlesungen der Herren Professoren Fick, Rubner, Krause, Rubens und Schlenk und bestand im Sommer 1923 das ärztliche Vorexamen. Alsdann hörte ich die Vorlesungen der Herren Professoren Goldscheider, His und Krauß über Innere Medizin, der Herren Professoren Bier und Hildebrandt über Chirurgie, der Herren Professoren Bumm und Franz über Geburtshilfe und Frauenheilkunde, ferner die Vorlesungen der Herren Professoren Lubarsch, Kopsch, Greef, Bonhoeffer, von Eicken, Czerny und Arndt. Bei Anfertigung der Arbeit stehe ich im 10. Semester meines Studiums; das Thema stellte mir Herr Privatdozent Dr. Arnoldi.